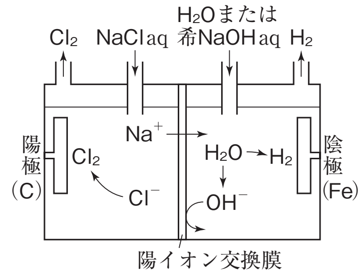
第47講

3　電気分解

(3)　電気分解を利用した工業的製法

①　水酸化ナトリウムの製法



陽極に炭素電極と塩化ナトリウム水溶液，陰極に鉄と希水酸化ナトリウム水溶液を用い，両極を陽イオン交換膜で仕切って電気分解を行う。

$$(+)\ 2Cl^- \longrightarrow Cl_2 + 2e^-$$

$$(-)\ 2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$$

陽イオン交換膜を使用するのは，陽極で発生する塩素と陰極で発生する水酸化ナトリウムが混合し，反応するのを防ぐためである。

もし，隔膜を使用しなければ，

$$2NaOH + Cl_2 \longrightarrow NaCl + NaClO + H_2O$$

の中和反応が起こり，水酸化ナトリウムが消費されてしまう。

②　銅の電解精錬

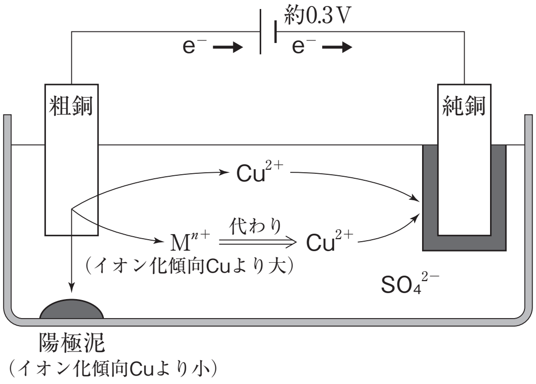
粗銅を陽極に，純銅を陰極に硫酸銅水溶液を電気分解する。

$$(+)\ Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$$

不純物

- イオン化傾向がCuより大→陽イオンとして溶け出す。
  ただし，PbはPbSO$_4$として沈殿する。
- イオン化傾向がCuより小→陽極泥として陽極の下に沈殿する。

$$(-)\ Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$$

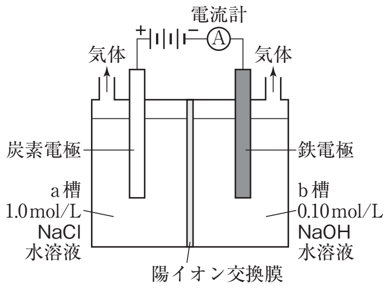


ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　演習問題

9

〔Ⅰ〕　右図のような装置を用い，イオン交換膜の左側(a槽)に1.0mol/Lの食塩水2.0Lを，右側(b槽)に0.10mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液2.0Lを入れて電気分解を行った。2.0Aの電流で電気分解をある時間行ったところ，イオン交換膜の両側の水槽から27℃，1.0×10^5Paで合わせて4.98Lの気体が発生した。以下の問1～問4に答えよ。なお，陽イオン交換膜は，陽イオンのみを通すことができる高分子の膜である。また，両極から発生した気体は，槽の水溶液には溶けないものとする。なお，気体定数は8.3×10^3Pa·L/(mol·K)であり，電子1molの電気量は9.65×10^4Cとする。発生する気体は理想気体の状態方程式に従うと仮定する。計算の結果は，問4を除いて有効数字2桁で答えること。必要であれば次の数値を用いること。



log2＝0.30，log3＝0.48

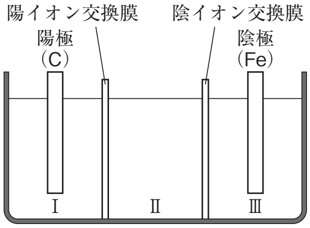
問1　電気分解で流れた電子の物質量(mol)を求めよ。

問2　電気分解を行った時間(秒)を求めよ。

問3　電気分解後のイオン交換膜の右側(b槽)の水酸化物イオンの濃度(mol/L)を求めよ。

問4　電気分解後のイオン交換膜の右側(b槽)のpHを小数点以下第一位まで求めよ。

〔Ⅱ〕　右図のように，陽イオン交換膜と陰イオン交換膜で電解槽を同じ大きさのⅠ～Ⅲの3室に区切り，各室に0.20mol/L塩化ナトリウム水溶液を2.0Lずつ入れ，9.65×10^3Cの電気量を流して電気分解した。



(1)　このとき陰極で発生するガスの体積は標準状態(0℃，1.0×10^5Pa)で何Lか，有効数字2桁で求めよ。ただし，発生したガスは溶液には溶けないものとする。必要があればファラデー定数9.65×10^4C/molを用いよ。

(2)　Ⅱ室の塩化ナトリウム濃度は，電気分解の前後で大きくなるか，小さくなるか。

(3)　電気分解前後でⅡ室の溶液の体積は変わらないものとすると，電気分解終了後のⅡ室のナトリウムイオン濃度(mol/L)はいくらか。

(4)　上図の2枚のイオン交換膜の位置を互いに入れ替えると，電気分解終了後の各室のナトリウムイオン濃度の大小関係はどのようになるか。各室のナトリウムイオン濃度をそれぞれ[Ⅰ]，[Ⅱ]，[Ⅲ]で表し，等号あるいは不等号を用いて答えよ。

解答例：[Ⅰ]＞[Ⅱ]＝[Ⅲ]

10

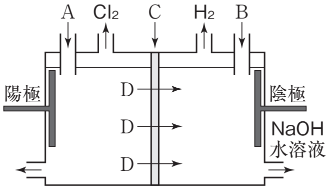
〔Ⅰ〕 銅の電解精錬の過程を実験室で再現するため，希硫酸に硫酸銅（Ⅱ）を溶かした溶液1000 mLを電解槽に入れ，不純物を含んだ銅（粗銅）を陽極に，純粋な銅（純銅）を陰極にして電気分解を行った。このことに関して，次の問いに答えよ。ただし，Cuの原子量は63.5とする。

直流電流を通じて電気分解したところ，粗銅は67.14 g減少し，一方，純銅は66.50 g増加した。また，陽極泥の質量は0.34 gで，溶液中の銅イオンの濃度は0.0400 mol/Lだけ減少した。この電気分解で水溶液中に溶け出した不純物の金属の質量は何gか。次の①～⑨のうちから最も適当な数値を一つ選べ。ただし，この電気分解により溶液の体積は変化しないものとし，また，不純物としては金属だけが含まれているものとする。

①　0.30　　②　0.34　　③　0.64　　④　1.27　　⑤　2.20　　⑥　2.54　　⑦　2.84
⑧　3.18　　⑨　3.52

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　確認テスト



1　右図は水酸化ナトリウムを工業的に製造する装置の模式図である。

問１～３に答えよ。ただし，原子量は，C＝12.0，O＝16.0，Na＝23.0，Cl＝35.5とする。

問１　陽極付近の溶液と陰極付近の溶液が混合しないように，左右の槽は膜Cで隔てられている。膜Cの種類，および膜Cを通過する主なイオンDとして，最適なものの組み合わせを右の表㋐～㋓のうちから一つ選べ。

	膜C	通過するイオンD
㋐	陽イオン交換膜	Cl^-
㋑	陽イオン交換膜	Na^+
㋒	陰イオン交換膜	Na^+
㋓	陰イオン交換膜	Cl^-

問２　注入するAおよびBとして，最適なものの組み合わせを右の表㋐～㋓のうちから一つ選べ。

	A	B
㋐	HCl水溶液	水
㋑	HCl水溶液	NaCl飽和水溶液
㋒	NaCl飽和水溶液	水
㋓	NaCl飽和水溶液	NaCl飽和水溶液

問３　5mol/LのNaOH水溶液を200L製造するとき，排出される気体(Cl_2およびH_2)は合計で，0℃，１気圧のとき何Lとなるか。最適なものを，次の㋐～㋓のうちから一つ選べ。

㋐　2240　　㋑　4480　　㋒　11200　　㋓　22400

2　銀を含む粗銅100gを陽極とし，純粋な銅板を陰極として，硫酸銅溶液を0.10Aで100時間電気分解した。その結果，粗銅の重量は88gに減少した。粗銅に含まれる銀の重量パーセントとして最も適当な値を，次の㋐～㋓のうちから一つ選べ。ただし，銅の原子量は63.5とする。

㋐　0.3　　㋑　0.7　　㋒　1.3　　㋓　2.4

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　演習問題

9

〔Ⅰ〕 問１　0.20 mol

問２　9.7×10^3 秒

問３　0.20 mol/L

問４　13.3

〔Ⅱ〕 (1)　1.1 L

(2)　大きくなる

(3)　0.25 mol/L

(4)　Ⅲ＞Ⅰ＞Ⅱ

10

〔Ⅰ〕 ⑦

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第47講　確認テスト

1　問１　㋑　　問２　㋒　　問３　㋓

2　㋒

【解説】

1　問１，問２　略

問３　OH^-を陰極で，$5 \times 200 = 1000$ mol生成させる。

よって流れる電子も1000 molである。

塩素も水素も流れる電子の$\frac{1}{2}$倍発生するため，合計で流れる電子の物質量と一致する。よって体積は，

$1000 \times 22.4 = \boxed{22400}$ L

2　$100 - 88 = 12$ gの粗銅が反応し，流れた電子は，

$\frac{0.1 \times 100 \times 3600}{96500} = 0.373$ molである。

流れた電子の$\frac{1}{2}$倍の銅が反応するため，$0.373 \times \frac{1}{2} \times 63.5 = 11.84$ gである。

よって銀は$\frac{12 - 11.84}{12} \times 100 = \boxed{1.33}$ %

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。